

Rec'd PCT/PTO 30 JUN 2004

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2003 年 10 月 9 日 (09.10.2003)

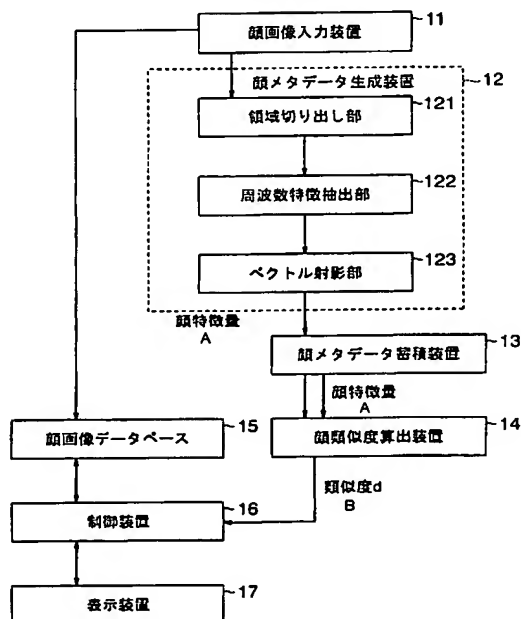
PCT

(10) 国際公開番号
WO 03/083774 A1

- (51) 国際特許分類⁷: G06T 1/00, 7/00 (KAMEI, Toshio) [JP/JP]; 〒108-8001 東京都 港区 芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP03/03976
- (22) 国際出願日: 2003 年 3 月 28 日 (28.03.2003) (74) 代理人: 池田 憲保, 外 (IKEDA, Noriyasu et al.); 〒105-0003 東京都 港区 西新橋一丁目 4 番 10 号 第 3 森ビル Tokyo (JP).
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語 (81) 指定国 (国内): CN, KR, US.
- (30) 優先権データ:
特願 2002-96003 2002 年 3 月 29 日 (29.03.2002) JP (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (DE, FR, GB, IT, NL).
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本電気株式会社 (NEC CORPORATION) [JP/JP]; 〒108-8001 東京都 港区 芝五丁目 7 番 1 号 Tokyo (JP). 添付公開書類:
— 国際調査報告書
- (72) 発明者; および 2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 亀井 俊男

(54) Title: FACE META-DATA CREATION

(54) 発明の名称: 顔メタデータ生成



- 11...FACE IMAGE INPUT UNIT
12...FACE META-DATA CREATING UNIT
121...AREA CUT-OUT SECTION
122...FREQUENCY FEATURE EXTRACTING SECTION
123...VECTOR PROJECTION SECTION
A...FACE FEATURE
13...FACE META-DATA STORAGE UNIT
15...FACE IMAGE DATABASE
14...FACE SIMILARITY CALCULATING UNIT
16...CONTROLLER
B...SIMILARITY d
17...DISPLAY

(57) Abstract: A face meta-data creating technique in which the description length is short and which is used to extract the face feature for face recognition immune to the local error. An area cut-out section (121) cuts out a local area of a face image. Frequency feature extracting means (122) extracts the frequency spectrum of the local area. Vector projection means (123) projects the obtained frequency feature onto a partial space to extract the face feature of the local area. A face meta-data unit (12) extracts the face features from local areas cut out in different positions, thus creating face features as face meta-data.

(57) 要約: 記述長がコンパクトで、且つ、局所的な誤差の影響を受けにくい顔認識のための顔特徴量を抽出するための顔メタデータ生成技術である。領域切り出し部 (121) は、顔画像の局所領域を切り出す。周波数特徴抽出手段 (122) は、その局所領域における周波数スペクトルを抽出する。ベクトル射影手段 (123) は、得られた周波数特徴を部分空間に射影することで、その局所領域の顔特徴を抽出する。顔メタデータ装置 (12) は、この顔特徴を切り出し位置を変えた複数の局所領域に対して抽出し、顔メタデータとして生成する。

WO 03/083774 A1

明 細 書

顔メタデータ生成

技術分野

本発明は、顔同定や顔識別、顔の表情認識、顔による男女識別、顔による年齢判別等に利用可能な顔認識技術に関わり、特に静止画像や動画画像に映されている顔情報に関するメタデータを生成するメタデータの生成装置、生成方法、生成プログラムに関する。

背景技術

メタデータとは、一般に、データの意味を記述あるいは代表するデータのことである。顔認識の場合においては、メタデータとは、主に静止顔画像や動画画像などの顔データに関するデータを意味する。

映像・画像や音声などのマルチメディアコンテンツに対するメタデータの標準化活動として、MPEG-7 (Moving Pictures Experts Group-7) の活動が広く知られている。この中で顔認識に関するメタデータの記述子として、顔認識記述子が提案されている (A. Yamada 他編、"MPEG-7 Visual part of eXperimental Model Version 9.0," ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N3914, 2001)。

この顔認識記述子では、切り出して正規化した顔画像に対して、一般的に固有顔と呼ばれる部分空間法の一つを用いて、顔画像の特徴量を抽出するための基底行列を求め、この基底行列によって画像中から顔特徴量を抽出し、これをメタデータとする。また、この顔特徴量に対する類似度として重み付け絶対値距離を用いることを提案している。

また、顔認識に関する技術には様々な方法があることが知られている。例えば、主成分分析 (Moghaddam 他、"Probabilistic Visual Learning for Object Detection," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 17, No. 7, pp. 696-710, 1997) 、あるいは、判別分析 (W. Zhao 他、"Discriminant Analysis of

Principal Components for Face Recognition," Proceedings of the IEEE Third International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, pp. 336-341, 1998) に基づく固有空間法による顔認識手法が知られている。また、独立成分分析を用いた顔同定方法もある（梅山他、「教師付き独立成分分析を用いた顔の同定について」、電子情報通信学会、PRMU99-27, 1999）。

一方、特開平5-20442号公報や文献（赤松他、「濃淡画像マッチングによるロバストな正面顔の識別法—フーリエスペクトルのKL展開の応用—」、電子情報通信学会論文誌、J76-D-II, No.7, pp. 1363-1373, 2001）には、顔画像照合技術が記載されている。この顔画像照合技術では、顔画像のフーリエ周波数のパワースペクトラムに対して、主成分分析を行って得られる顔特徴量を用いて、顔照合を行う。フーリエ変換によって得られるパワースペクトルが、平行移動に対して不変な特徴量であるという性質を利用して、画像の画素を特徴ベクトルとして主成分分析する場合よりも、良好な結果を出している。

また、局所的な画像領域に分割してテンプレートマッチングを行うことで、画像のマッチングを行う方法もある（斉藤、「ブロック投票処理による遮へいに頑強な点プレートマッチング」、電子情報通信学会論文誌、Vol. J84-D-II, No.10, pp. 2270-2279）。この方法は局所領域毎にマッチングを行い、その評価値を局所領域毎に累積してマッチングの評価値を計算したり、あるいは局所領域の評価値を投票空間に投票することで画像のマッチングの評価値を計算する。

しかしながら、従来の技術では、顔画像の全体に対して一様にサンプリングした画素値、あるいは画像全体のフーリエスペクトルを入力特徴として、主成分分析や独立成分分析等を行うために、画像上の一部で発生するマッチングの誤差(例えば、隠蔽等や顔の向きの変動などに起因するマッチングの誤差)が部分空間へのベクトルに波及してしまう。その結果、従来の技術では、全体的な評価値が影響を受けて、照合精度が上がらないという問題があった。例えば、画素特徴を主成分分析した場合に得られる基底ベクトルでは、そのベクトル要素が画素全体に係数を持つ場合が多く、射影後の特徴ベクトルが一部の領域の誤差に影響を受けるためである。

一方、局所的な画像領域に分割するテンプレートマッチングでは隠蔽等を吸収してマッチングできるもの、ブロックのマッチングを行うための演算量が多く実用上問題であった。

従って、本発明の目的は、記述長が短くて、マッチングの演算量が少なくできる顔メタデータ生成技術を提供することにある。

本発明の他の目的は、顔認識の精度を向上させることが可能な顔メタデータ生成技術を提供することにある。

発明の開示

本発明によれば、画像の顔情報に関するメタデータを生成する顔メタデータ生成装置において、画像から局所領域を切り出す領域切り出し手段と、この局所領域切り出し手段によって切り出された領域の周波数特徴を抽出する周波数特徴抽出手段と、この周波数抽出手段によって抽出された周波数特徴をベクトルとする特徴ベクトルを予め規定してある部分空間に射影するベクトル射影手段とを少なくとも備え、複数の異なった局所領域毎に射影された特徴ベクトルを抽出し、それらの特徴ベクトルを顔メタデータとして生成することを特徴とする顔メタデータ生成装置が得られる。

上記顔メタデータ生成装置において、周波数特徴抽出手段は、離散フーリエ変換によるフーリエ周波数のパワースペクトル強度を周波数特徴として抽出することが好ましい。あるいは、周波数特徴抽出手段は、離散コサイン変換、あるいは離散サイン変換による展開係数を周波数特徴として抽出しても良い。

さらに、ベクトル射影手段は、周波数特徴の主成分分析、あるいは、判別分析、あるいは、独立成分分析によって予め得られる基底ベクトルによって特定される部分空間に周波数特徴ベクトルを射影することによって主成分ベクトルを計算することが望ましい。

また、領域切り出し手段は、各局所領域に対応する領域位置を画像の中から探索し、切り出し位置を求めた後に、局所領域を切り出してもよい。

上述した顔メタデータ生成装置によって抽出された顔メタデータは、高速で高

精度の顔画像のマッチングを達成することが可能な記述長がコンパクトな顔メタデータとなる。

図面の簡単な説明

図 1 は本発明の一実施の形態による顔メタデータ生成装置を備えた顔画像マッチングシステムの構成を示すブロック図である。

発明を実施するための最良の形態

発明をより詳細に説述するために、添付の図面に従ってこれを説明する。

図 1 は、本発明の顔メタデータ生成装置を用いた顔画像マッチングシステムを示すブロック図である。

以下、図 1 を参照して、顔画像マッチングシステムについて詳細に説明する。

図 1 に示すように、本発明による顔画像マッチングシステムは、顔画像を入力する顔画像入力装置 1 1 と、この顔画像入力装置 1 1 から入力された顔画像から顔メタデータを生成する顔メタデータ生成装置 1 2 と、この顔メタデータ生成装置 1 2 で生成（抽出）された顔メタデータを蓄積する顔メタデータ蓄積装置 1 3 と、顔メタデータから顔の類似度を算出する顔類似度算出装置 1 4 と、顔画像を蓄積する顔画像データベース 1 5 と、画像の登録要求・検索要求に応じて、画像の入力・メタデータの生成・メタデータの蓄積・顔類似度の算出の制御を行う制御装置 1 6 と、顔画像や他の情報を表示する表示装置 1 7 と、を備えている。

また、顔メタデータ生成装置 1 2 は、入力された顔画像から顔の局所領域を切り出す領域切り出し部 1 2 1 と、切り出された領域の周波数特徴を抽出する周波数特徴抽出部 1 2 2 と、周波数特徴をベクトルとする特徴ベクトルを部分空間に射影し、特徴ベクトルを抽出するベクトル射影部 1 2 3 とによって構成される。顔メタデータ生成装置 1 2 は、複数の異なった局所領域毎に特徴ベクトルを抽出することで、顔メタデータを生成する。

顔画像の登録時には、スキャナあるいはビデオカメラなどの画像入力装置 1 1 で顔写真等を顔の大きさや位置を合わせた上で入力する。あるいは、人物の顔を

直接ビデオカメラなどから入力しても構わない。この場合には、前述の Mohaddam の文献に示されているような顔検出技術を用いて、入力された画像の顔位置を検出し、顔画像の大きさ等を自動的に正規化する方がよいであろう。

また、入力された顔画像は必要に応じて顔画像データベース 15 に登録される。顔画像登録と同時に、顔メタデータ生成装置 12 によって顔メタデータが生成され、生成された顔メタデータは顔メタデータ蓄積装置 13 に蓄積される。

検索時には、登録時と同様に顔画像入力装置 11 によって顔画像が入力され、顔メタデータ生成装置 12 にて顔メタデータが生成される。生成された顔メタデータは、一旦顔メタデータ蓄積装置 13 に登録されるか、または、直接に顔類似度算出装置 14 へ送られる。

検索では、予め入力された顔画像がデータベース中にあるかどうかを確認する場合(顔同定)には、顔類似度算出装置 14 は、顔メタデータ蓄積装置 13 に登録されたデータのの一つ一つとの類似度を算出する。最も類似度が高い結果に基づいて、制御装置 16 は、顔画像データベース 15 から顔画像を選び、表示装置 17 等に顔画像の表示を行う。検索画像と登録画像における顔の同一性を作業者が確認する。

一方、予め ID 番号等で特定された顔画像と検索の顔画像が一致するかどうかを確認する場合(顔識別)では、顔類似度算出装置 14 は、特定された ID 番号の顔画像と一致するか、否かを計算する。制御装置 16 は、予め決められた類似度よりも類似度が低い場合には、一致しないと判定し、類似度が高い場合には一致すると判定し、その結果を表示部 17 に表示する。このシステムを入室管理用に用いるならば、顔画像を表示する代わりに、制御装置 16 から自動ドアに対して、その開閉制御信号を送ることで、自動ドアの制御によって入室管理を行うことができる。

上記のように顔画像マッチングシステムは動作するが、このような動作はコンピュータシステム上で実現することもできる。例えば、次に詳述するようなメタデータ生成を実行するメタデータ生成プログラム及び類似度算出プログラムをそれぞれメモリに格納しておき、これらをプログラム制御プロセッサによってそれ

ぞれ実行することで、顔画像マッチングを実現することができる。

次に、この顔画像マッチングシステムの動作、特に顔メタデータ生成装置 1 2 と顔類似度算出装置 1 4 の動作について、詳細に説明する。

(1) 顔メタデータ生成

最初に顔メタデータ生成装置 1 2 の動作について説明する。

顔メタデータ生成装置 1 2 は、位置と大きさを正規化した画像 $I(x,y)$ を用いて、顔特徴量を抽出する。位置と大きさの正規化は、例えば、目位置が (32,48)、(62,48)、サイズが 92×112 画素となるように画像を正規化しておくといよい。以下では、このサイズに画像が正規化されている場合について説明する。

次に、領域切り出し部 1 2 1 によって顔画像の予め設定した顔画像の複数の局所領域を切り出す。例えば、上記の画像を例えば、 $(x, y) = (15 \cdot l + 8, 15 \cdot j + 10)$ ($l = 0, 1, 2, \dots, 5; j = 0, 1, 2, \dots, 6$) の等間隔の点を中心とする 16×16 画素の $42 (= M)$ 個の局所領域に切り出すとする。まずは、この中の一つの領域 $(i, j) = (0, 0)$ の局所領域 $s(x, y)$ を領域切り出し部 1 2 1 によって切り出す。

前述した局所領域の切り出しでは、予め決められた位置で局所領域を切り出しているが、顔の部品（目や鼻、口、眉）の部分領域に分割しておき、その部分領域を検出することによって、各局所領域に対応する領域位置を顔画像の中から探索し、切り出し位置の補正を行った後に、局所領域を切り出すことで、顔の向きによる部品の位置ずれを補正し、より安定した顔特徴量を抽出することが可能となる。例えば、入力画像の平均から計算した平均顔を用いて局所領域のテンプレートを作成し、そのテンプレートをテンプレート探索の基準位置（平均顔における位置でよい）の周辺で探索し、そのマッチングする位置に基づいて切り出し位置を補正してから、局所領域（顔の部品領域）を切り出す。この際のテンプレートマッチングでは、正規化相関法等を用いる。

ここでは、テンプレートは顔の部品ということで説明したが、前述したような均等なサンプリングによって局所領域を定義しておいてもよい。

このように顔の部品等をテンプレートとして持っておき、テンプレートの位置を補正することで、全体的な顔の位置合わせだけでは補正しきれない、姿勢の変

動等によって生じる局所領域（顔部品）の位置ずれを補正した上で顔の局所特徴量を抽出する。これにより、出力される局所領域の特徴量を安定化させることができ、照合精度を向上させることができる。

この他にも顔の部品検出については、例えば、特開平 10-307923 号公報に開示されている顔部品の抽出技術を用いて、顔の部品を抽出することも可能である。

次に、周波数特徴抽出部 122 は、切り出された局所領域 $s(x,y)$ を 2 次元の離散フーリエ変換によってフーリエ変換し、得られるフーリエパワースペクトラム $S(u,v)$ のパワー $|S(u,v)|$ を計算する。なお、2 次元画像の離散フーリエ変換によってフーリエパワースペクトラム $S(u,v)$ を求める計算方法は、広く知られており、例えば、文献（Rosenfeld ら、「ディジタル画像処理」、pp. 20-26、近代科学社）に述べられているので、ここでは説明を省略する。

このようにして得られる二次元のフーリエパワースペクトル $|S(u,v)|$ は 2 次元の実成分のみの画像を変換しているため、得られるフーリエ周波数成分は対称なものとなる。このため、パワースペクトル $|S(u,v)|$ は $u = 0, 1, \dots, 15; v = 0, 1, \dots, 15$ の 256 個の成分を持つが、その半分の成分 $u = 0, 1, \dots, 15; v = 0, 1, \dots, 7$ の 128 個の成分と、残りの半分の $u = 0, 1, \dots, 15; v = 8, 9, \dots, 15$ は実質的に同等な成分となる。周波数特徴抽出部 122 は、照明変動の影響を受けやすい直流成分の $|S(0,0)|$ を除外して、前半の 127 個のパワースペクトルを周波数特徴として、抽出する。

フーリエ変換を用いる代わりに離散コサイン変換あるいは離散サイン変換を用いて、その展開係数を周波数特徴として抽出しても構わない。離散コサイン変換の場合には、画像の原点座標を画像中心におくように変換を行うことで、特に顔の非対称成分(特に左右の非対称成分)を抽出しないように、特徴量を抽出することができる。但し、離散コサイン変換や離散サイン変換の場合には必ずしもフーリエパワーのような並進不変性が保たれるわけではないので、予めしておく位置合わせの精度が結果に影響を与えやすくなるので、注意が必要である。

次に、ベクトル射影部 123 は、周波数特徴として抽出された 127 個の特徴

量をベクトルとして取り扱う。予め規定しておく部分空間は、学習用の顔画像セットを用意し、対応する切り出し領域の周波数特徴ベクトルの主成分分析によって得られる基底ベクトル（固有ベクトル）によって定める。この基底ベクトルの求め方については、前述の Moghaddam の文献や特開平 5 - 2 0 4 4 2 号公報をはじめとして様々は文献で説明されている一般的に広く知られた方法であるので、ここでは説明を省略する。基底ベクトルは固有値が大きい順番に N 個の成分（第 1 主成分から第 N 主成分）を用いるとする。N としては 5 個程度で十分であり、もともと 2 5 6 個の特徴次元を 5 0 分の 1 程度に圧縮することができる。これは主成分分析（KL 展開）による次元圧縮の効果が高いため、顔特徴をコンパクトな特徴として記述することが可能となる。この N 個の基底ベクトルによって特徴空間としての部分空間を特定する。但し、基底ベクトルは単位ベクトルに正規化したものではなく、固有ベクトルに対応する固有値によって、その成分を正規化したベクトルを用いるものとする。

つまり、正規直交基底である基底ベクトルを要素とする行列を U として、その要素である長さ 1 の単位ベクトルとなる基底ベクトル U_k の各成分を対応する固有値 λ_k の平方根によって除算しておく。このように予め基底ベクトルを変換しておくことで、後述の照合時におけるマハラノビス距離を用いたマッチング演算の演算量を削減することができる。

このことをより詳しく説明する。二つの周波数特徴ベクトル x_1 と x_2 を正規直交基底の行列 U によって部分空間へ射影して得られるベクトル y_1 と y_2 があるとすると、 $y_1 = U x_1$ 、 $y_2 = U x_2$ となるが、マハラノビス距離によって二つのパターン間の距離を測る場合には、

$$\begin{aligned}
 d(y_1, y_2) &= \sum_{k=1}^N |y_{1,k} - y_{2,k}|^2 / \lambda_k \\
 &= \sum_{k=1}^N |y_{1,k} / \lambda_k^{1/2} - y_{2,k} / \lambda_k^{1/2}|^2 \\
 &= \sum_{k=1}^N |U_k x_1 / \lambda_k^{1/2} - U_k x_2 / \lambda_k^{1/2}|^2
 \end{aligned} \tag{1}$$

となる。

つまり、予め固有値で除した基底ベクトル $U_k/\lambda_k^{1/2}$ を基底ベクトルとして用いると、この行列を用いて射影されたベクトル $y_1' = (U_k/\lambda_k^{1/2})x_1$ と $y_2' = (U_k/\lambda_k^{1/2})x_2$ の二乗距離はマハラノビス距離となるので、演算量を削減することができる。なお、従来、部分空間への射影を求める際に平均ベクトルを引く操作を行うことが多いが、二乗距離等の距離によって類似度を計算する場合には単に特徴ベクトルの原点移動に過ぎないので、平均ベクトルを引いても、引かなくとも、特徴ベクトル間で統一がとれていればどちらでも構わない。

このようにして、ベクトル射影部 1 2 3 によって $N (= 5)$ 次元の部分空間に射影された特徴ベクトルを抽出することができる。このように主成分分析では少ない次元数でオリジナルの画像の特徴をコンパクトに近似表現でき、少ない次元数で特徴量を表現することで、メタデータの記述長の削減やマッチングの高速化を図ることができる。

また、以上の説明では、主成分分析によって部分空間に周波数ベクトルを射影し、特徴量を抽出する場合について述べたが、前述の Zhao の文献のように判別分析を利用して、特徴成分の基底ベクトルを選択しても良い。この場合も前述と同様に判別分析によって、5 個の基底ベクトルを選択して、主成分分析の場合と同様にベクトルを部分空間に射影する。学習データセットが十分にある場合には、判別分析の場合の方が、主成分分析よりも精度が良いので、学習セットが十分に集められる場合には、判別分析を用いた方がよい。なお、基底ベクトルの選び方については、前述の Zhao の文献他広く知られている方法であるので、ここでは詳細な説明を省略する。

同様に、非直交系の部分基底を選ぶ方法として独立成分分析を適用して、基底ベクトルを選択してもよい。独立成分分析によって基底ベクトルを選んだ場合には、基底ベクトルが非直交基底となるが、この場合でも、同様に選んだ部分空間に周波数特徴ベクトルを射影して構わない。独立成分分析についても、広く知られた方法であり、例えば、前述梅山らの文献に開示されており、ここでは詳細な説明を省略する。

判別分析や独立成分分析によって、部分空間を選択した場合には主成分分析の場合の固有値 λ_k に相当する値を別途計算する。これは、学習セットにおいて部分空間へ射影した後の特徴ベクトルを用いて、その分散を各特徴ベクトルの要素毎に計算しておけばよい。この際、同一と見做すべき人物の間の要素の差からクラス内分散(観測誤差の分散に相当)を求める方が、要素の学習セット全体における分散(パターンの分散に相当)を用いる場合よりも性能がよいので、クラス内分散を用いて、基底行列 U を正規化しておくことが望ましい。

このような操作を各局所領域 $s(x, y)$ 毎に行うことで、 $N (= 5)$ 個の要素を持つ $M (= 42)$ 個のベクトルの特徴量を得ることができる。この特徴ベクトルを入力された顔画像に対する顔メタデータとして、顔メタデータ生成装置 12 で出力する。

前述したように、上記顔メタデータ生成手順をコンピュータプログラムによってコンピュータに実行させることもできる。

(2) 顔類似度算出

次に顔類似度算出装置 14 の動作について説明する。

顔類似度算出装置 14 は、二つの顔メタデータから得られるそれぞれ M 個の N 次元特徴ベクトル $\{y_1^i\}$ 、 $\{y_2^i\}$ ($i = 1, 2, \dots, M$) を用いて、二つの顔の間の類似度 $d(\{y_1^i\}, \{y_2^i\})$ を算出する。

例えば、

$$d(\{y_1^i\}, \{y_2^i\}) = \sum_{i=1}^M w_i \left(\sum_{k=1}^N |y_{1,k}^i - y_{2,k}^i|^2 \right) \quad (2)$$

の二乗距離によって類似度を算出する。

この場合の距離は、基底行列が予め固有値によって正規化してあるので、前述の通りマハラノビス距離となっている。また、

$$d(\{y_1^i\}, \{y_2^i\}) = \sum_{i=1}^M (w_i y_1 \cdot y_2 / \|y_1\| \|y_2\|) \quad (3)$$

の比較する各特徴ベクトルのなす余弦の線形和によって類似度を算出してもよい。

ここで w_i は、各局所領域毎の重み係数である。この係数は、例えば、予め用意

した学習セットの中で同一と見做すべき顔画像における各局所領域 i 毎の特徴ベクトルの間の類似度（マハラノビス距離あるいはベクトルの余弦）の平均を μ_i としたときに、この逆数 $1/\mu_i$ を重み係数 w_i として用いればよい。

このように各領域毎に重み付けすることで、不安定な局所領域(μ_i が大きな局所領域)に対しては小さな重み w_i が与えられ、有効な局所領域ほど重要な特徴量として大きな重み w_i で評価することができる。各局所領域に信頼性の重み付けすることによって、精度の良い照合が可能となる。

なお、距離を用いた場合には値が大きいほど類似度は小さいこと（顔が似ていない）を意味し、余弦を用いた場合には値が大きいほど類似度が大きいこと（顔が似ている）を意味する。

ここまでの説明では、一枚の顔画像が登録され、一枚の顔画像を用いて検索する場合について説明したが、一人の顔に対して複数の画像が登録され、一枚の顔画像を用いて検索する場合には、例えば、登録側の複数の顔メタデータをそれぞれ、類似度の算出をすればよい。

同様に1つの顔当たりの複数枚の画像登録と複数画像による検索の場合も、各組み合わせの類似度の平均や最小値を求めることで、類似度を算出することで、一つの顔データに対する類似度を算出することができる。これは、動画像を複数画像と見做すことで、本発明のマッチングシステムを動画像における顔認識に対しても適用できることを意味する。

以上詳細に説明したように、本発明によれば、顔画像を複数の局所領域に切り出し、その切り出した領域のフーリエ周波数スペクトル等の周波数特徴を抽出し、その抽出された特徴量を主成分分析や独立成分分析等の方法により部分空間に射影して得られる特徴ベクトルを顔メタデータとすることで、コンパクトな記述長を持ち、且つ、部分的な位置変動に対して安定な特性を持つ顔メタデータを生成することが可能となる。このような顔メタデータを用いることで、高速・高精度な顔認識が実現できる。

請 求 の 範 囲

1. 画像の顔情報に関するメタデータを生成する顔メタデータ生成方法（12）において、

前記画像から複数の異なった局所領域を切り出すステップ（121）と、

前記局所領域の各々に対して周波数特徴を抽出するステップ（122）と、

前記周波数特徴をベクトルとする特徴ベクトルを予め規定してある部分空間に射影するステップ（123）と、

を含み、各局所領域の射影された特徴ベクトルを抽出し、それらの特徴ベクトルを顔メタデータとして生成することを特徴とする顔メタデータ生成方法。

2. 前記周波数特徴として、離散フーリエ変換によるフーリエ周波数のパワースペクトル強度を抽出することを特徴とする、請求の範囲第1項に記載の顔メタデータ生成方法。

3. 前記周波数特徴として、離散コサイン変換による展開係数を周波数特徴として抽出することを特徴とする、請求の範囲第1項に記載の顔メタデータ生成方法。

4. 前記周波数特徴として、離散サイン変換による展開係数を周波数特徴として抽出することを特徴とする、請求の範囲第1項に記載の顔メタデータ生成方法。

5. 前記部分空間として、周波数特徴の主成分分析によって予め得られる基底ベクトルによって特定される部分空間を用いて、周波数特徴ベクトルを射影することによって主成分ベクトルを計算することを特徴とする、請求の範囲第1項に記載の顔メタデータ生成方法。

6. 前記部分空間として、周波数特徴の独立成分分析によって予め得られる基底ベクトルによって特定される部分空間を用いて、周波数特徴ベクトルを射影することによって特徴ベクトルを計算することを特徴とする、請求の範囲第1項に記載の顔メタデータ生成方法。

7. 前記部分空間として、周波数特徴の判別分析によって予め得られる基底

ベクトルによって特定される部分空間を用いて周波数特徴ベクトルを射影することによって特徴ベクトルを計算することを特徴とする、請求の範囲第 1 項に記載の顔メタデータ生成方法。

8. 前記局所領域として、各局所領域に対応する領域位置を前記画像の中から探索し、切り出し位置を求めた後に、局所領域を切り出すことを特徴とする、請求の範囲第 1 項に記載の顔メタデータ生成方法。

9. 画像の顔情報に関するメタデータを生成する顔メタデータ生成装置（12）において、

前記画像から局所領域を切り出す領域切り出し手段（121）と、

前記局所領域切り出し手段によって切り出された領域の周波数特徴を抽出する周波数特徴抽出手段（122）と、

前記周波数抽出手段によって抽出された周波数特徴をベクトルとする特徴ベクトルを予め規定してある部分空間に射影するベクトル射影手段（123）とを、

少なくとも備え、複数の異なった局所領域毎に射影された特徴ベクトルを抽出し、それらの特徴ベクトルを顔メタデータとして生成することを特徴とする顔メタデータ生成装置。

10. 前記周波数特徴抽出手段（122）は、離散フーリエ変換によるフーリエ周波数のパワースペクトル強度を周波数特徴として抽出することを特徴とする、請求の範囲第 9 項に記載の顔メタデータ生成装置。

11. 前記周波数特徴抽出手段（122）は、離散コサイン変換による展開係数を周波数特徴として抽出することを特徴とする、請求の範囲第 9 項に記載の顔メタデータ生成装置。

12. 前記周波数特徴抽出手段（122）は、離散サイン変換による展開係数を周波数特徴として抽出することを特徴とする、請求の範囲第 9 項に記載の顔メタデータ生成装置。

13. 前記ベクトル射影手段（123）は、周波数特徴の主成分分析によって予め得られる基底ベクトルによって特定される部分空間に周波数特徴ベクトルを射影することによって主成分ベクトルを計算することを特徴とする、請求の範

図第 9 に記載の顔メタデータ生成装置。

14. 前記ベクトル射影手段(123)は、周波数特徴の独立成分分析によって予め得られる基底ベクトルによって特定される部分空間に周波数特徴ベクトルを射影することによって特徴ベクトルを計算することを特徴とする、請求の範囲第 9 項に記載の顔メタデータ生成装置。

15. 前記ベクトル射影手段(123)は、周波数特徴の判別分析によって予め得られる基底ベクトルによって特定される部分空間に周波数特徴ベクトルを射影することによって特徴ベクトルを計算することを特徴とする、請求の範囲第 9 項に記載の顔メタデータ生成装置。

16. 前記領域切り出し手段(121)は、各局所領域に対応する領域位置を前記画像の中から探索し、切り出し位置を求めた後に、局所領域を切り出すことを特徴とする、請求の範囲第 9 項に記載の顔メタデータ生成装置。

17. コンピュータに、画像の顔情報に関するメタデータを生成させるためのプログラムであって、前記コンピュータに、

前記画像から複数の異なった局所領域を切り出す機能(121)、

前記局所領域の各々に対して周波数特徴を抽出する機能(122)、

前記周波数特徴をベクトルとする特徴ベクトルを予め規定してある部分空間に射影する機能(123)、

を実現させ、それによって、前記コンピュータに、各局所領域の射影された特徴ベクトルを抽出させ、それらの特徴ベクトルを顔メタデータとして生成させるようにしたことを特徴とするプログラム。

18. 顔画像を入力する顔画像入力装置(11)と、入力された顔画像から顔メタデータを生成する顔メタデータ生成装置(12)と、生成された顔メタデータを蓄積する顔メタデータ蓄積装置(13)と、前記顔メタデータから顔の類似度を算出する顔類似度算出装置(14)と、前記顔画像を蓄積する顔画像データベース(15)と、画像の登録要求・検索要求に応じて、画像の入力・メタデータの生成・メタデータの蓄積・顔類似度の算出の制御を行う制御装置(16)と、顔画像や他の情報を表示する表示装置(17)と、を備える顔画像マッチン

グシステムにおいて、前記顔メタデータ生成装置（１２）は、
前記顔画像から局所領域を切り出す領域切り出し手段（１２１）と、
前記局所領域切り出し手段によって切り出された領域の周波数特徴を抽出する
周波数特徴抽出手段（１２２）と、
前記周波数抽出手段によって抽出された周波数特徴をベクトルとする特徴ベク
トルを予め規定してある部分空間に射影するベクトル射影手段（１２３）と、
を備えることを特徴とする顔画像マッチングシステム。

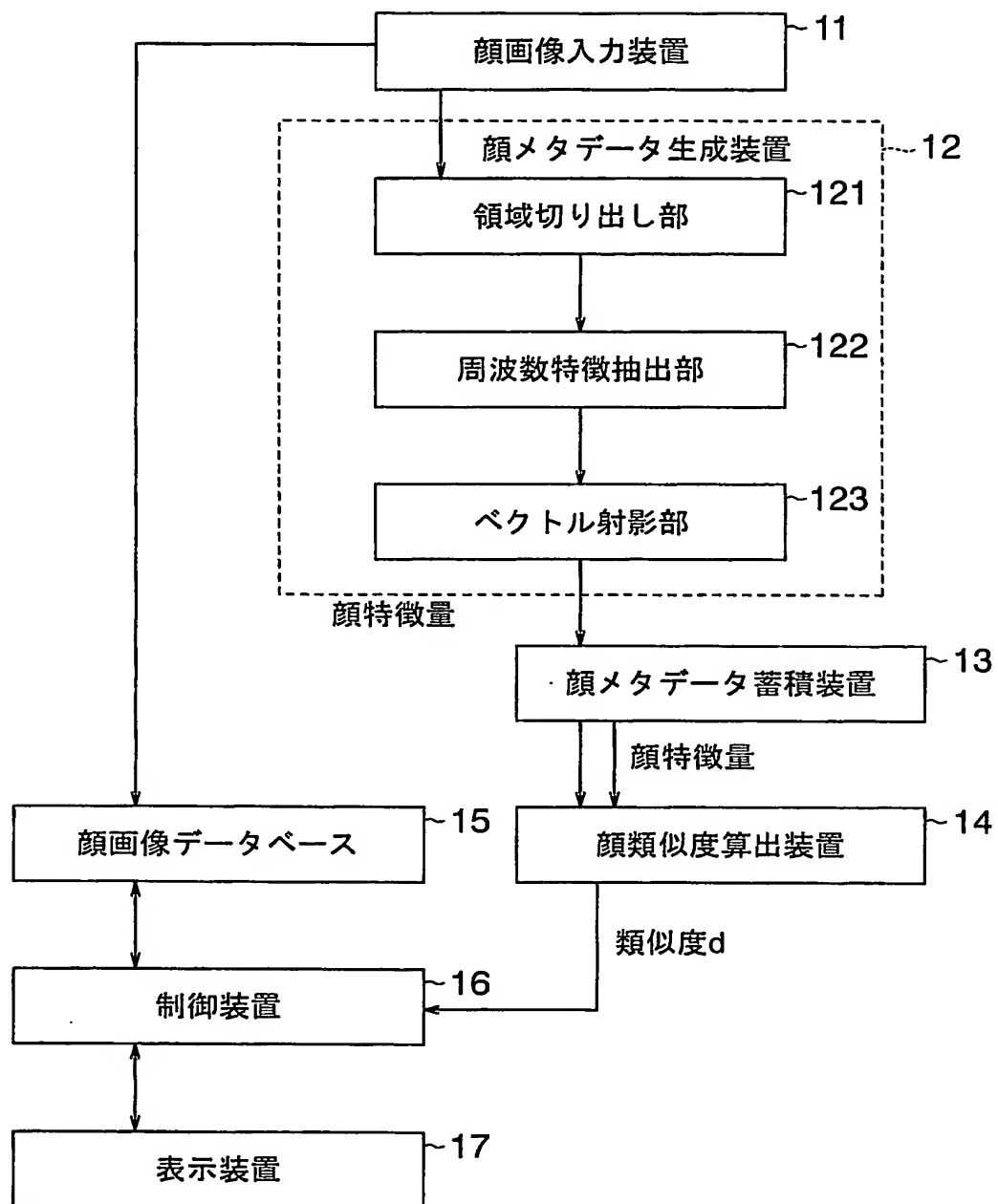


図 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/JP03/03976

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ G06T1/00, G06T7/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ G06T1/00, G06T7/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
JSTPlus (JOIS)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| Y | JP 05-020442 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 29 January, 1993 (29.01.93), Full text; all drawings (Family: none) | 1-18 |
| Y | JP 2001-307096 A (Fujitsu Ltd.), 02 November, 2001 (02.11.01), Par. Nos. [0025], [0036] to [0094]; Figs. 6, 8 & US 2001/0038714 A1 | 1-18 |
| Y | JP 2001-338293 A (Fujitsu Ltd.), 07 December, 2001 (07.12.01), Par. Nos. [0002] to [0022] (Family: none) | 1-18 |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

| | |
|---|--|
| * Special categories of cited documents: | "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention |
| "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance | "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone |
| "E" earlier document but published on or after the international filing date | "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art |
| "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) | "&" document member of the same patent family |
| "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means | |
| "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed | |

Date of the actual completion of the international search
01 May, 2003 (01.05.03)

Date of mailing of the international search report
20 May, 2003 (20.05.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl⁷ G06T1/00 G06T7/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl⁷ G06T1/00 G06T7/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)
JSTPlus (JOIS)

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
|-----------------|---|------------------|
| Y | JP 05-020442 A (日本電信電話株式会社) 1993.01.29, 全文, 全図 (ファミリーなし) | 1-18 |
| Y | JP 2001-307096 A (富士通株式会社) 2001.11.02, 【0025】および【0036】-【0094】欄, 第6図, 第8図 & US 2001/0038714 A1 | 1-18 |
| A | JP 2001-338293 A (富士通株式会社) 2001.12.07, 【0002】-【0022】欄 (ファミリーなし) | 1-18 |

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日
01.05.03

国際調査報告の発送日
20.05.03

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号 100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
脇岡 剛



5H 9365

電話番号 03-3581-1101 内線 3531